

МИНИСТЕРСТВО СПОРТА И ТУРИЗМА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ»

**НАУЧНЫЕ ТРУДЫ
НИИ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Основаны в 2006 году

Выпуск 11

Минск 2012

УДК 796.072.2(077)

*Рассмотрено и рекомендовано к изданию ученым советом Научно-исследовательского
института физической культуры и спорта Республики Беларусь
протокол № 4 от 15 мая 2012 года*

Редакционная коллегия:

Главный редактор – *Н.Г. Кручинский*, д-р мед. наук, доц.; Беларусь

Зам. главного редактора – *А.А. Михеев*, д-р пед. наук, д-р биол. наук, доц.; Беларусь

Члены редколлегии:

В.А. Барков, д-р пед. наук, проф.; Беларусь

Л.А. Калинин, д-р биол. наук, проф.; Россия

Л.В. Маришук, д-р психол. наук, проф.; Беларусь

С.Б. Мельнов, д-р биол. наук, проф.; Беларусь

Г.И. Нарский, д-р пед. наук, проф.; Беларусь

В.А. Остапенко, д-р мед. наук, проф.; Беларусь

С.В. Плетнев, д-р техн. наук, проф.; Беларусь

В.А. Пономарчук, д-р филос. наук, проф.; Беларусь

А.П. Сиваков, д-р мед. наук, проф.; Беларусь

Е.А. Ширковец, д-р пед. наук, проф.; Россия

В.К. Гонестова, канд. биол. наук, доц.; Беларусь

М.П. Королевич, канд. мед. наук, доц.; Беларусь

А.И. Нехвядович, канд. пед. наук, доц.; Беларусь

Н.А. Парамонова, канд. биол. наук, доц.; Беларусь

Е.В. Планида, канд. биол. наук; Беларусь

И.Л. Рыбина, канд. биол. наук; Беларусь

Ответственный секретарь – *Л.Н. Цехмистро*, Беларусь

↓ *Ц*

УДК 796.072.2(077)

© Государственное учреждение
«Научно-исследовательский институт
физической культуры и спорта
Республики Беларусь», 2012

ПОЛИМОРФИЗМ ГЕНОВ ACTN3 И PPARGC1A У ЭЛИТНЫХ СПОРТСМЕНОВ

Козлова А.С.,

НИИ физической культуры и спорта Республики Беларусь,

Международный государственный экологический университет им. А.Д. Сахарова;

Лебедь Т.Л.,

Полесский государственный университет;

Баранов А.С.,

Международный государственный экологический университет им. А.Д. Сахарова

Аннотация.

Представлены результаты исследования полиморфизма генов ACTN3 (α -актинин 3) и PPARGC1A (1- α -коактиватор гамма-рецептора) у 30 спортсменов, специализирующихся в циклических и ациклических видах спорта (на примере академической гребли и таэквондо). Квалификация обследуемых спортсменов варьировала от кандидатов в мастера спорта до мастеров спорта международного класса.

Сравнительный анализ показал значимые различия между спортсменами-таэквондистами и группой сравнения по частотам аллелей гена PPARGC1A. Так, частота гомозиготного генотипа Gly/Gly оказалась равной 73,33 % у таэквондистов против 45,0 % в группе сравнения. Частота гомозиготного генотипа Ser/Ser оказалась равной 0% в обеих группах спортсменов против 18,0 % в группе сравнения. Также была выявлена тенденция к повышению частоты встречаемости XX-генотипа по гену ACTN3 у гребцов по сравнению с людьми, не занимающимися спортом высших достижений.

EXPERIMENTAL SUBSTANTIATION OF THE NECESSITY OF TRAINING ENHANCEMENT OF TECHNICAL- AND TACTICAL SKILLS IN SAMBO OF THE HOME-OFFICE ACADEMY CADETS

Abstract.

In this article authors attempted to experimentally substantiate the necessity training enhancement for technical-and tactical skills of self-defense in cadets of the Home-Office Academy of the Republic of Belarus. Presented is non-parametric statistical criterion employed for assessment of the differences between two samplings in terms of a trait by quantification. The conclusion was made on the efficiency of a modular approach employment to the training enhancement of technical-and tactical skills of self-defense of the Home-Office Academy cadets.

Введение.

Общепризнанно, что физический потенциал человека зависит от многих генетических факторов и факторов среды [1]. Определение генетических особенностей конкретных индивидуумов может позволить выделить лиц, обладающих наибольшим генетическим потенциалом к определенным видам деятельности, связанным со специальными навыками. Особенно актуальным представляется генетическое тестирование людей, деятельность которых связана с высокими физическими нагрузками, в частности, спортсменов высших достижений [3, 19].

Согласно современным представлениям молекулярной генетики спорта, индивидуальные различия в степени развития тех или иных физических и психических качеств человека во многом обусловлены ДНК-полиморфизмами, которых насчитывается

не менее 12 миллионов [1, 14]. ДНК-полиморфизмы – это вариабельные участки в последовательности ДНК, которые встречаются в популяции с частотой не менее 1 % и, в подавляющем большинстве случаев, обладают нейтральным эффектом. Существуют также полиморфизмы, способные повлиять на степень экспрессии генов, активность функциональных продуктов (белков, РНК) и структуру белков. Функциональная значимость данных полиморфизмов связана с тем, что они расположены в кодирующих (экзоны, гены микроРНК и некоторые интроны, содержащие в себе гены микроРНК) и регуляторных (промоторы, энхансеры, инсультаторы) регионах ДНК [17]. Именно эти, наименее представленные типы полиморфизмов, являются предметом ассоциативных исследований спортивных генетиков [14].

Уже к 2005 году была получена информация почти о 150 различных генах, контролирующих физическое развитие человека [21]. Эти данные были опубликованы в виде генетической карты физической активности. Подробный сравнительный анализ частот аллелей этих генов у разных групп спортсменов позволил идентифицировать гены-кандидаты, ассоциированные с различными физическими качествами человека. При этом были обозначены аллели, ассоциированные с выносливостью (кардиореспираторной и/или мышечной), скоростно-силовыми качествами (быстроты, взрывной или абсолютной силы), а также с развитием гипертрофии скелетных мышц [1, 14].

В настоящей работе предпринята попытка проследить связь между полиморфизмом генов ACTN3 (α -актинин 3) и PPARC1A (1- α -коактиватор гамма-рецептора) и предрасположенностью к видам спорта, требующим проявления повышенной выносливости, силы и скорости в течение длительного (академическая гребля) или короткого промежутка времени (таэквондо). Выбор данных спортивных дисциплин был обусловлен комплексным характером нагрузок, которым подвергается спортсмен в ходе тренировок и соревнований: оба вида спорта требуют развития всего комплекса физических качеств: силы, скорости и выносливости.

Альфа-актинин 3 (ACTN3)

Ген ACTN3 локализован в 11 хромосоме и кодирует белок α -актинин 3, также известный как α -актинин скелетных мышц изоформы 3, который участвует в стабилизации сократительного аппарата быстрых мышечных волокон. Экспрессия данного гена ограничена скелетной мускулатурой.

Скелетные мышцы состоят из длинных цилиндрических клеток, называемых мышечными волокнами. Существует два типа мышечных волокон: медленные (белые волокна или тип I) и быстрые (красные волокна или тип II). Медленно сокращающиеся волокна более эффективно расходуют кислород для получения энергии, в то время как быстро сокращающиеся волокна менее эффективны. Однако быстро сокращающиеся волокна возбуждаются быстрее и генерируют больше силы [2].

Каждое мышечное волокно состоит из длинных нитей, названных миофибриллами, которые, в свою очередь, состоят из микрофиламентов. Существует два типа филаментов: актиновые (тонкие нити) и миозиновые (толстые нити), которые расположены параллельно. Мышечное сокращение обусловлено скольжением этих нитей друг по другу. Актиновые филаменты стабилизируются актин-связывающими белками – саркомерными α -актинами. А-актинин-2 и α -актинин-3 кодируются конкретными генами, ACTN2 и ACTN3 соответственно. ACTN2 и ACTN3 являются основными структурными компонентами Z-линии в скелетных мышцах, они играют важную роль в поддержании целостности саркомерного, а также взаимодействуют с значительным числом структурных, сигнальных и метаболических белков. ACTN2 экспрессируется во всех мышечных волокнах, а экспрессия ACTN3 ограничивается быстрыми гликолитическими волокнами (тип 2), которые отвечают за эффективное сокращение на высокой скорости [2, 3].

Ген α -актинина-3 является одним из наиболее исследованных генов, связанных с фенотипами скорости/силы [7, 22].

Наиболее значимым полиморфизмом данного гена является замена нуклеотида С на Т в 577 положении – R577X (rs1815739), что приводит к появлению терминаторного кодона и обрыву цепи [11]. Таким образом, возможно формирование трёх различных генотипов: RR или XX-гомозигот и RX-гетерозиготы, при этом у носителей XX-генотипа (согласно прогнозам, около 16% мировой популяции) полностью отсутствует экспрессия α -актинина 3. В своих исследованиях North et al. (1999) пришли к выводу, что отсутствие α -актинина 3 в скелетных мышцах может компенсироваться другими факторами [10].

Тем не менее, некоторые исследования показали, что ACTN3 R577X-генотип влияет на спортивные результаты [5, 8, 9, 11, 15, 23]. Так, было установлено, что у элитных спринтеров обоих полов значительно выше частота аллелей 577R и ниже частота XX-генотипа, чем в контрольной группе [23]. Это говорит о том, что наличие α -актинина-3 оказывает благоприятное воздействие на функцию скелетных мышц, в частности, на генерацию силовых сокращений на высокой скорости, и обеспечивает эволюционное преимущество за счет увеличения производительности спринтеров. Кроме того, было выявлено, что у женщин-спринтеров наблюдаются более высокие частоты, а у женщин-стайеров – более низкие частоты 577RX гетерозигот, чем ожидалось [5]. Более слабая статистическая зависимость данного эффекта у мужчин позволяет предположить, что ACTN3-генотип по-разному влияет на спортивные результаты у мужчин и женщин.

Кроме того, ряд исследований показал связь между наличием X-аллели (rs1815739(T)) и выносливостью спортсменов [9].

У мышей, нокаутированных по гену ACTN3, дефицит α -актинина-3 связан с изменением свойств быстрых гликолитических мышечных волокон в сторону «медленного» фенотипа, с уменьшением мышечной массы и диаметра волокна, снижением сократительных свойств, повышением утомляемости и увеличением окислительной активности фермента. Сдвиг в сторону более эффективного окислительного метаболизма может лежать в основе селективного преимущества X-аллелей в процессе эволюции. В свою очередь, переход к «медленному» мышечному фенотипу у быстрых мышечных волокон, вероятно, объясняет, почему потеря α -актинина-3 отрицательно сказывается на работоспособности спринтеров [24].

1- α -коактиватор гамма-рецептора, активируемого пролифераторами пероксисом (PPARGC1A)

Ген PPARGC1A локализован в 4 хромосоме (4p15.1) и кодирует белок-1- α -коактиватор гамма-рецептора, активируемого пролифераторами пероксисом, который выступает в качестве коактиватора в процессе активации ряда транскрипционных факторов, регулирует митохондриальный биогенез, процессы клеточного дыхания и обмен веществ [12, 22]. Также белок участвует в реализации программы инсулин-регулируемого глюконеогенеза [15]. PPARGC1A экспрессируется, преимущественно, сердце, скелетных мышцах и почках, а также в меньшей степени в печени, тканях мозга и поджелудочной железы.

Было показано, что снижение экспрессии PPARGC1A приводит к ухудшению аэробных возможностей, что связано с уменьшением количества транскрипционных факторов, необходимых для митохондриального биогенеза, и окислительных ферментов в скелетных мышцах [20]. Исследователи также пришли к выводу, что нарушение функций митохондрий может лежать в основе зависимости между ухудшением физической формы и развитием сердечно-сосудистых и метаболических заболеваний.

Наиболее значимой мутацией гена PPARGC1A является однонуклеотидный полиморфизм, который приводит к замене аминокислоты глицина на серин в позиции 482 – Gly482Ser (rs8192678).

Полиморфизм ассоциирован с проявлением скоростно-силовых качеств, высокой работоспособностью, мышечной и аэробной выносливостью (Gly) [16]. Кроме того, ряд исследований показал связь А-аллеля (Ser) полиморфизма с риском развития гипертензии и повышения как систолического, так и диастолического давления в молодом возрасте (до 50 лет) [4, 18].

Установлена также связь GG-генотипа с долголетием [6].

Материалы и методы исследования.

Объектом исследования служил генетический материал 30 клинически здоровых юношей и девушек, подверженных высоким физическим нагрузкам (профессиональные спортсмены, занимающиеся таэквондо и академической греблей).

Возраст спортсменов, включенных в исследование, варьировал от 14 до 33 лет, средний возраст составил 19,5 лет.

На момент исследования 7 спортсменов являлись мастерами спорта международного класса (МСМК), 19 – мастерами спорта (МС), 4 – кандидатами в мастера спорта (КМС).

В качестве ДНК-содержащего материала для исследования служили образцы буккального эпителия, забор которых осуществлялся с помощью специальных одноразовых стерильных зондов путем соскоба клеток с внутренней стороны щеки. Образцы для исследования были собраны с соблюдением процедуры информированного согласия.

Экстракция ДНК проводилась по методике выделения на магнитных частицах.

Распознавание аллелей проводилось методом ПЦР в реальном времени на приборе Applied Biosystems 7300 Real Time PCR с использованием анализа конечных данных и анализа кривой диссоциации.

Для 30 спортсменов была проведена оценка полиморфизма генов ACTN3 и PPARGC1A. Частоты встречаемости генотипов и аллелей проводили в трёх выборках: спортсмены циклических видов спорта (академическая гребля), спортсмены ациклических видов спорта (таэквондо) и группа сравнения (средние показатели для популяции). Данные о средних частотах встречаемости аллелей для популяции были взяты из литературных источников.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием пакета программ Statistica 8.0, а все необходимые промежуточные расчеты выполнялись с помощью программы Microsoft Office Excel 2007. Распределение частот генотипов в обследованных группах анализировали с использованием точного критерия Фишера. Различия считались статистически достоверными при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение.

Распределение частот аллелей исследуемых генов в исследуемых выборках спортсменов и в группе сравнения представлено в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Распространение генотипа гена ACTN3 в основной группе и группе сравнения

Группа	n	Генотипы, %			R, %	X, %
		R/R	R/X	X/X		
Академическая гребля	15	26,67	46,67	26,67	50,00	50,00
Таэквондо	15	33,33	53,33	13,33	60,00	40,00
Группа сравнения	40	49,0	42,0	9,0	70,00	30,00

Анализ распределения частот генотипов и аллелей по R577X полиморфизму гена ACTN3 показал, что преобладающим генотипом среди спортсменов, специализирующихся в академической гребле, является гетерозиготный генотип RX. Его частота составила 46,67 %. Частота гомозиготных RR и XX генотипов в группе совпадает и составляет 26,67 %. Таким образом, частота аллеля R в исследуемой выборке совпадает с частотой аллеля X и составляет 50,0 %.

При сравнении средних частот аллелей с аналогичными показателями у людей того же возраста, не занимающихся профессиональным спортом, была выявлена незначительная тенденция к повышению частоты встречаемости X-аллеля в генотипе спортсменов-гребцов (50 % относительно 30,0 % в группе сравнения) ($p<0,2$).

В то же время преобладающим генотипом среди спортсменов-таэквондистов также оказался гетерозиготный генотип RX, частота которого оказалась несколько выше и составила 53,33 %. Однако в данной группе спортсменов доминирует X-аллель, частота которого составила 60,0 %. Статистически значимых различий частоты аллелей в сравнении со среднепопуляционными значениями выявлено не было.

Анализ частот генотипов показал также, что среди гребцов чаще встречаются носители XX-генотипа по сравнению с людьми, не занимающимися профессиональным спортом. Однако данная зависимость не является статистически значимой и проявляется в виде тенденции ($p=0,1$).

Таблица 2 – Распространение генотипа гена PPARGC1A в основной группе и группе сравнения

Группа	n	Генотипы, %			Gly, %	Ser, %
		Gly/Gly	Gly/Ser	Ser/Ser		
Академическая гребля	15	46,67	53,33	0,00	73,33	26,67
Таэквондо	15	73,33	26,67	0,00	86,67	13,33
Группа сравнения	40	45	37	18	63,50	36,50

При анализе распределения частот аллелей по Gly482Ser полиморфизму преобладающим генотипом у спортсменов-гребцов был определен гетерозиготный Gly/Ser генотип, частота которого составила 53,33 %. При этом частота гомозиготного генотипа Gly/Gly отличалась незначительно и составила 46,67 %, а носители гомозиготного генотипа Ser/Ser выявлены не были. Таким образом, частота встречаемости аллеля Gly, ассоциированного с повышенным проявлением скоростно-силовых качеств, высокой работоспособностью, мышечной и аэробной выносливостью, составила 73,33 %.

В группе у спортсменов-таэквондистов доминирующим был выявлен гомозиготный генотип Gly/Gly (73,33 %). Частота гетерозиготного генотипа составила 26,67 %, носители гомозиготного генотипа Ser/Ser также выявлены не были. Частота встречаемости аллеля Gly составила 86,67 %, что достоверно превышает частоту встречаемости данного аллеля в группе сравнения (63,5 %) ($p=0,05$).

При сравнении частот генотипов спортсменов с группой людей того же возраста, не занимающихся спортом высших достижений, была показана статистически значимая разница частот встречаемости гомозиготного генотипа Gly/Gly (73,33 % у таэквондистов против 45,0% в группе сравнения, $p<0,05$), а также гомозиготного генотипа Ser/Ser (0 % в обеих группах спортсменов против 18,0 % – в группе сравнения, $p<0,01$).

Это совпадает с существующими данными о предрасположенности носителей Gly/Gly-генотипа к видам спорта, требующим повышенной силы, скорости и выносливости.

1. Ahmetov, I.I. Molecular sports genetics: monograph / I.I. Ahmetov. – M.: Soviet Sport, 2009. – 520 p.
2. Beggs, A.H. Cloning and characterization of two human skeletal muscle alpha-actinin genes located on chromosomes 1 and 11 / A.H. Beggs, T.J. Byers, J.H. Knoll // *J. Biol. Chem.* – 1992. – Vol. 267 (13). – P. 9281–9288.
3. Beunen, G. Gene driven power athletes? Genetic variation in muscular strength and power / G. Beunen, M. Thomis // *British Journal of Sports Medicine.* – 2006. – Vol. 40. – P. 822–823.
4. Brito, E.C. PPARGC1A sequence variation and cardiovascular risk-factor levels: a study of the main genetic effects and gene x environment interactions in children from the European Youth Heart Study / E.C. Brito [et al.] // *Diabetologia.* – 2009. – Vol. 52 (4). – P. 609–613.
5. Clarkson, P.M. ACTN3 genotype is associated with increases in muscle strength in response to resistance training in women / P.M. Clarkson // *J. Appl. Physiol.* – 2005. – Vol. 99. – P. 154–163.
6. Kojima, T. Association analysis between longevity in the Japanese population and polymorphic variants of genes involved in insulin and insulin-like growth factor 1 signaling pathways / T. Kojima [et al.] // *Exp Gerontol.* – 2004. – Vol. 39 (11–12). – P. 1595–1598.
7. Lippi, G. The genetic basis of human athletic performance. Why are psychological components so often overlooked? / G. Lippi, E.J. Favaloro, G.C. Guidi // *J Physiol.* – 2008. – Vol. 12. – P. 586.
8. Moran, C.N. Association analysis of the ACTN3 R577X polymorphism and complex quantitative body composition and performance phenotypes in adolescent Greeks / C.N. Moran, N. Yang, M.E. Bailey // *Eur. J. Hum. Genet.* – 2007. – Vol. 15 (1). – P. 88–93.
9. Niemi, A.K. Mitochondrial DNA and ACTN3 genotypes in Finnish elite endurance and sprint athletes / A.K. Niemi, K. Majamaa // *Europ. J. Hum. Genet.* – 2005. – Vol. 13. – P. 965–969.
10. North, K.N. A common nonsense mutation results in alpha-actinin-3 deficiency in the general population / K.N. North [et al.] // *Nature Genet.* – 1999. – Vol. 21. – P. 353–354.
11. Papadimitriou, I.D. The ACTN3 gene in elite Greek track and field athletes / I.D. Papadimitriou [et al.] // *Int J Sports Med.* – 2008. – Vol. 29 (4). – P. 352–355.
12. Puigserver, P. Cytokine stimulation of energy expenditure through p38 MAP kinase activation of PPAR-gamma coactivator-1 / P. Puigserver [et al.] // *Molec. Cell.* – 2001. – Vol. 8. – P. 971–982.
13. Puigserver, P. Insulin-regulated hepatic gluconeogenesis through FOXO1-PGC-1-alpha interaction / P. Puigserver [et al.] // *Nature.* – 2003. – Vol. 423. – P. 550–555.
14. Rankinen, T. The human gene map for performance and health-related fitness phenotypes: the 2005 update / T. Rankinen [et al.] // *Med Sci Sports Exerc.* – 2006. – Vol. 38 (11). – P. 1863–1888.
15. Roth, S.M. The ACTN3 R577X nonsense allele is under-represented in elite-level strength athletes / S.M. Roth [et al.] // *Eur. J. Hum. Genet.* – 2008. – Vol. 16 (3). – P. 391–394.
16. Stefan, N. Genetic variations in PPARG and PPARGC1A determine mitochondrial function and change in aerobic physical fitness and insulin sensitivity during lifestyle intervention / N. Stefan [et al.] // *J. Clin. Endocr. Metab.* – 2007. – Vol. 92. – P. 1827–1833.
17. Stenson, P.D. The Human Gene Mutation Database: 2008 update / P.D. Stenson [et al.] // *Genome medicine.* – 2009. – Vol. 1. – P. 13.
18. Vimalaswaran, K.S. The Gly482Ser genotype at the PPARGC1A gene and elevated blood pressure: a meta-analysis involving 13,949 individuals / K.S. Vimalaswaran [et al.] // *J Appl Physiol.* – 2008. – Vol. 105 (4). – P. 1352–1358.

19. Williams, A.G. Similarity of polygenic profiles limits the potential for elite human physical performance / A.G. Williams, J.P. Folland // Journal of Physiology. – 2008. – Vol. 586. – P. 113–121.

20. Wisloff, U. Cardiovascular risk factors emerge after artificial selection for low aerobic capacity / U. Wisloff [et al.] // Science. – 2005. – Vol. 307. – P. 418–420.

21. Wolfarth, B. Association between a beta2-adrenergic receptor polymorphism and elite endurance performance / B. Wolfarth [et al.] // Metabolism. – 2007. – Vol. 56 (12). – P. 1649–1651.

22. Wu, Z. Mechanisms controlling mitochondrial biogenesis and respiration through the thermogenic coactivator PGC-1 / Z. Wu [et al.] // Cell. – 1999. – Vol. 98. – P. 115–124.

23. Yang, N. ACTN3 genotype is associated with human elite athletic performance / N. Yang [et al.] // Am. J. Hum. Genet. – 2003. – Vol. 73 (3). – P. 627–631.

24. Yang, N. Alpha-actinin-3 and performance / N. Yang, F. Garton, K. North // Med Sport Sci. – 2009. – Vol. 54. – P. 88–101.

23.03.2012

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОБЛЕМЫ ПЕДАГОГИКИ СПОРТА ВЫСШИХ ДОСТИЖЕНИЙ И СПОРТА ДЛЯ ВСЕХ

Баскакова А.П., Хроменкова Е.В., Борщ М.К. ФИЗИЧЕСКАЯ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ ПЯТИБОРЦЕВ В ПОДГОТОВИТЕЛЬНОМ ПЕРИОДЕ ПОДГОТОВКИ	4
Бондарь А.И., Филипович Л.В. СПЕЦИФИКА ДВИГАТЕЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ МЕТКОСТНЫХ ДВИЖЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ БРОСКА В БАСКЕТБОЛЕ)	11
Боровский С.В. ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИГРЫ В ЗАЩИТЕ В СОВРЕМЕННОМ ФУТБОЛЕ	16
Ветошкина Э.В., Рукавицина С.Л. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ГИМНАСТИКИ И ПРИНЦИПЫ, ЛЕЖАЩИЕ В ОСНОВЕ ПОСТРОЕНИЯ АРТИСТИЧНОГО ДВИЖЕНИЯ В СОРЕВНОВАТЕЛЬНЫХ УПРАЖНЕНИЯХ ГИМНАСТОК	22
Виноградов В.Е. АНАЛИЗ АРСЕНАЛА ВНЕТРЕНИРОВОЧНЫХ СРЕДСТВ В ПОДГОТОВКЕ СПОРТСМЕНОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ	26
Ганопольский В.И., Соловых Т.К., Даниличева, Е.А. СПОРТИВНО-ТУРИСТСКИЕ И РЕКРЕАЦИОННО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИПЯТСКОГО ПОЛЕСЬЯ	33
Ганопольский В.И., Соловых Т.К., Даниличева Е.А., Пищулина Л.В. СПОРТИВНЫЕ МАРШРУТЫ ВОДНОГО ТУРИЗМА В ПРИПЯТСКОМ ПОЛЕСЬЕ	38
Гришанова Н.В., Якуш Е.М. ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК РАЗЛИЧНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ НА СВОЙСТВА ВНИМАНИЯ СПОРТСМЕНОВ-ОРИЕНТИРОВЩИКОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ	45
Демко Н.А., Воропай М.К., Горешнякова Н.Н. МЕТОДИКА ТРЕНИРОВКИ СПОРТСМЕНОВ-ОРИЕНТИРОВЩИКОВ НА НАЧАЛЬНОМ ЭТАПЕ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ	50
Забогонская А.Н., Мельник Е.В. ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ НЕРВНО-ПСИХИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ У СПОРТСМЕНОВ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ СПОРТА СО СЛОЖНОЙ КООРДИНАЦИЕЙ	54
Заколотная Н.Д. РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА КАК ПРОГНОЗ ВЫСТУПЛЕНИЯ СПОРТСМЕНОВ В ПУЛЕВОЙ СТРЕЛЬБЕ НА ОЛИМПИАДЕ В ЛОНДОНЕ	60
Ковель С.Г. ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНИКО-ТАКТИЧЕСКИХ ДЕЙСТВИЙ ВАТЕРПОЛИСТОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ В СОРЕВНОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	67
Маришук В.Л., Маришук Л.В., Козыревский А.В. О МЕТОДИКЕ ПРИМЕНЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ В ЦЕЛЯХ ФОРМИРОВАНИИ ЭМОЦИОНАЛЬНО-ВОЛЕВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПОГРАНИЧНИКОВ	72

Марищук Л.В., Платонова Т.В. К ВОПРОСУ О ЗДОРОВОМ ОБРАЗЕ ЖИЗНИ	79
Мартусевич Н.О., Кондратенкова Е.А., Борисов О.Л ВЛИЯНИЕ ЗАНЯТИЙ ГРЕБНЫМИ ВИДАМИ СПОТА НА ПОКАЗАТЕЛИ ПРОСТОЙ ЗРИТЕЛЬНО-МОТОРНОЙ РЕАКЦИИ	85
Морозов О.С., Маринич В.В. ПРОБЛЕМА ВОЛЕВОЙ МОБИЛИЗАЦИИ КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ В СИТУАТИВНЫХ ВИДАХ СПОРТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	89
Осадчая Н.С. ОЦЕНКА ТЕХНИКО-ТАКТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ЮНЫХ БАСКЕТБОЛИСТОК С ПОМОЩЬЮ ВИДЕОЗАПИСИ ИГРОВЫХ ДЕЙСТВИЙ	95
Парамонова Е.С., Парамонова Н.А., Глазко А.Б. СИЛОВАЯ ПОДГОТОВЛЕННОСТЬ ПЛОВЦОВ РАЗЛИЧНОЙ КВАЛИФИКАЦИИ	100
Рудницкий В.И., Сучков А.К. РАЗРАБОТКА УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ ПО КУРСУ «ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВАРИАТИВНОГО КОМПОНЕНТА (НА ПРИМЕРЕ АГРАРНОГО ВУЗА)	109
Хроменкова Е.В. ПУЛЬСОВАЯ СТОИМОСТЬ СОРЕВНОВАТЕЛЬНОЙ НАГРУЗКИ В КОМБИНИРОВАННОМ ВИДЕ СОВРЕМЕННОГО ПЯТИБОРЬЯ	115
Юспа Т.В., Планида Е.В., Оксенюк А.Ю. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ УСТОЙЧИВОСТИ ОБЩЕГО ЦЕНТРА ТЯЖЕСТИ И КВАЛИФИКАЦИИ СПОРТСМЕНОВ- БИЛЬЯРДИСТОВ	123
Якуш Е.М. ОСОБЕННОСТИ МОТОРНОГО РАЗВИТИЯ ПЕРВОКЛАССНИКОВ	128

ПРОБЛЕМЫ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОДГОТОВКИ СПОРТСМЕНОВ

Анистратова И.А. ОСОБЕННОСТИ ТЕЛОСЛОЖЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ КОНТИНГЕНТОВ ВЗРОСЛОГО НАСЕЛЕНИЯ	134
Борщ М.К., Хроменкова Е.В., Асташова А.Ю. СУММАРНАЯ ЭМГ КАК КРИТЕРИЙ ДОЛГОСРОЧНОЙ АДАПТАЦИИ СКЕЛЕТНОЙ МУСКУЛАТУРЫ ПЯТИБОРЦЕВ В СОРЕВНОВАТЕЛЬНОМ ПЕРИОДЕ ПОДГОТОВКИ	138
Гонестова В.К. ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМНОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ ГАНДБОЛИСТОК	144
Иванова Н.В. ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИ- СТЕМЫ СПОРТСМЕНОВ ЦИКЛИЧЕСКИХ ВИДОВ СПОРТА В ПОДГО- ТОВИТЕЛЬНОМ И СОРЕВНОВАТЕЛЬНОМ ПЕРИОДАХ ПОДГОТОВКИ..	149
Концевая К.В. ОСОБЕННОСТИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ У СПОРТСМЕНОВ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ АКАДЕМИЧЕСКОЙ ГРЕБЛЕЙ	155

Михеев А.А., Михеев Н.А., Антонов Г.В. ВЛИЯНИЕ ВИБРАЦИОННОЙ ТРЕНИРОВКИ В СОЧЕТАНИИ С ОБЩЕЙ МАГНИТОТЕРАПИЕЙ НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СПОРТСМЕНОВ	160
Нехвядович А.И., Рыбина И.Л., Иванчикова Н.Н., Садова О.Н. ТИПЫ ОБЩИХ АДАПТАЦИОННЫХ РЕАКЦИЙ, ОПРЕДЕЛЯЕМЫХ ПО ЛЕЙКОЦИТАРНОЙ ФОРМУЛЕ, У СПОРТСМЕНОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ	166
Полевщиков М.М., Роженцов В.В. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛОСЫ ПРОПУСКАНИЯ РЕЦЕПТИВНЫХ ПОЛЕЙ НЕЙРОНОВ ЗРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ	175
Рыбина И.Л., Листопад И.В., Гилеп А.А., Нехвядович А.И. АССОЦИИ ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНОВ, СВЯЗАННЫХ С ВЫНОСЛИВОСТЬЮ, С ПЕРЕНОСИМОСТЬЮ ТРЕНИРОВОЧНЫХ НАГРУЗОК ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ В ГОДИЧНОМ ЦИКЛЕ ПОДГОТОВКИ	182
Чарыкова И.А., Парамонова Н.А. ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПЛОВЦОВ НА ЭТАПАХ МНОГОЛЕТНЕЙ ПОДГОТОВКИ	188

ПРОБЛЕМЫ СПОРТИВНОЙ МЕДИЦИНЫ

Гунина Л.М., Ткачева Д.Л., Чередниченко О.А., Бурмак В.О., Гуменюк Р.С. СОЧЕТАННОЕ ВЛИЯНИЕ СПИРАЛЬНО-ВИХРЕВЫХ НАГРУЗОК И ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩЕЙ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЙ ДОБАВКИ НА ПОКАЗАТЕЛИ ГОМЕОСТАЗА И СПЕЦИАЛЬНОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ГРЕБЛИ АКАДЕМИЧЕСКОЙ	196
Забаровский В.К., Анацкая Л.Н., Василевская Л.А., Лукьянская Л.А., Ярошевич О.А., ОСОБЕННОСТИ КОМПЛЕКСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ МАНУАЛЬНОЙ ТЕРАПИИ И КИНЕЗИОТЕРАПИИ ПРИ СОЧЕТАННЫХ ДОРСАЛГИЯХ У СПОРТСМЕНОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ	202
Кручинский Н.Г., Нехвядович А.И., Парамонова Н.А., Иванчикова Н.Н., Будко А.Н., Жлобович И.Н. ВЛИЯНИЕ СПЕЦИФИЧЕСКОГО ФАРМАКОЛОГИЧЕСКОГО СРЕДСТВА «НИКА БФ» НА ОБМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СИСТЕМЫ КРОВИ У ХОККЕИСТОВ	212
Остапенко В.А., Стаценко Е.А., Королевич М.П., Константинова Е.Э., Буко И.В., Тычина Е.Г., Шераш Н.В., Садова О.Н. ВОССТАНОВЛЕНИЕ СПОРТСМЕНОВ-ВЕЛОСИПЕДИСТОВ МЕТОДОМ ИНГАЛЯЦИОННОЙ ОКСИГЕНОТЕРАПИИ	219
Фролов А.В., Цехмистро Л.Н. СПОРТИВНОЕ СЕРДЦЕ ПОД ЗАЩИТОЙ СОВРЕМЕННОЙ КАРДИОДИАГНОСТИКИ	224

РАБОТЫ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ, МАГИСТРАНТОВ, АСПИРАНТОВ И ДОКТОРАНТОВ

Иванченко А.Е., Иванченко Е.И. ПОВЫШЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ТРЕХОЧКОВЫХ БРОСКОВ В БАСКЕТБОЛЕ В ПРОЦЕССЕ ПРИМЕНЕНИЯ УПРАЖНЕНИЙ И ИГРЫ НА БИЛЬЯРДЕ СНУКЕР	230
Ильютник А.В., Черемисина Л.А., Гайдукевич И.В., Гилеп И.Л. ВЗАИМОСВЯЗЬ PRO/ALA-ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНА <i>PPARG</i> С МОРФОЛОГИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ КОНЬКОБЕЖЦЕВ	235
Калюжин В.Г., Попова Г.В., Кустинская С.Ч. КООРДИНАЦИОННЫЕ СПОСОБНОСТИ ДЕТЕЙ 9–11 ЛЕТ С НАРУШЕНИЕМ СЛУХА	242
Калюжин В.Г., Попова Г.В., Сидорович А.В. ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ МЕЛКОЙ МОТОРИКИ РУК У ДЕТЕЙ С УМСТВЕННОЙ ОТСТАЛОСТЬЮ ЛЕГКОЙ СТЕПЕНИ	248
Козлова А.С., Лебедь Т.Л., Баранов А.С. ПОЛИМОРФИЗМ ГЕНОВ <i>ACTN3</i> И <i>PPARGC1A</i> У ЭЛИТНЫХ СПОРТСМЕНОВ	253
Марцулевич А.Ч., Шахлай А.М. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ ТЕХНИКО- ТАКТИЧЕСКИМ ДЕЙСТВИЯМ САМБО КУРСАНТОВ АКАДЕМИИ МВД РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ	259
Михута И.Ю. КОРРЕЛЯЦИОННАЯ И ФАКТОРНАЯ МОДЕЛЬ КОНДИЦИОННОГО КОМПОНЕНТА ПСИХОФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СУВОРОВЦЕВ 14–15 ЛЕТ РАЗНОГО ВОЕННО-ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ПРОФИЛЯ	269
Позюбанов Э.П., Мохаммади Пур, Ф., Козулько А.Н., Кузьмич Т.В. УСТОЙЧИВОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ ДЕЙСТВИЙ ЭЛИТНЫХ МЕТАТЕЛЕЙ	276
Попова Г.В. КРИОМАССАЖ КАК СРЕДСТВО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЬ- НОЙ АКТИВНОСТИ У ЛИЦ, ПЕРЕНЕСШИХ АМПУТАЦИЮ ГОЛЕНИ	284
Попова Г.В., Калюжин В.Г., Якуш Е.М., Зыбин Ю.В. ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ НАВЫКОВ БЕГА У ДЕТЕЙ ПРИ УМСТВЕННОЙ ОТСТАЛОСТИ	288
Пушкарева М.Н. ЛОНГИТУДИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО СТАТУСА ДЕТЕЙ-СПОРТСМЕНОВ	293
Тропникова Д.В., Зимницкая Р.Э. НАПРАВЛЕННОСТЬ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК В МИКРОЦИКЛАХ СОРЕВНОВАТЕЛЬНОГО ПЕРИОДА У ФУТБОЛИСТОК ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ	298
Харькова В.А., Васюк В.Е. СТРУКТУРА ВЗАИМОСВЯЗЕЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕХНИКО- ТАКТИЧЕСКОЙ И КООРДИНАЦИОННОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ДЕВУШЕК-ТАЭКВОНДИСТОК 13–15 ЛЕТ	305